

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

FP-597-100586
10/025,653

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:



出願番号
Application Number:

特願2001-310562

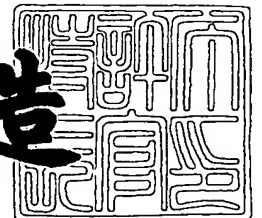
出願人
Applicant(s):

株式会社神戸製鋼所

2001年12月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3109287

【書類名】 特許願

【整理番号】 29447

【提出日】 平成13年10月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C23C 14/06

【発明の名称】 切削工具用硬質皮膜およびその製造方法並びに硬質皮膜
形成用ターゲット

【請求項の数】 19

【発明者】

 【住所又は居所】 神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所
 神戸総合技術研究所内

 【氏名】 山本 兼司

【発明者】

 【住所又は居所】 神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所
 神戸総合技術研究所内

 【氏名】 佐藤 俊樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000001199

 【住所又は居所】 神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

 【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

【代理人】

 【識別番号】 100067828

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小谷 悦司

【選任した代理人】

 【識別番号】 100075409

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 植木 久一

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001-185465

【出願日】 平成13年 6月19日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703961

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 切削工具用硬質皮膜およびその製造方法並びに硬質皮膜形成用ターゲット

【特許請求の範囲】

【請求項1】 $(Ti_{1-a-b-c-d}, Al_a, Cr_b, Si_c, B_d) (C_{1-e}N_e)$ からなる硬質皮膜であって、

$$0.5 \leq a \leq 0.8、$$

$$0.06 \leq b、$$

$$0 \leq c \leq 0.1、$$

$$0 \leq d \leq 0.1、$$

$$0.01 \leq c + d \leq 0.1、$$

$$a + b + c + d < 1、$$

$$0.5 \leq e \leq 1$$

(a, b, c, dは、それぞれAl, Cr, Si, Bの原子比を示し、eはNの原子比を示す。以下同じ)

であることを特徴とする切削工具用硬質皮膜。

【請求項2】 前記eの値が1である請求項1に記載の切削工具用硬質皮膜

【請求項3】 前記cの値が0超である請求項1または2に記載の切削工具用硬質皮膜。

【請求項4】 結晶構造が岩塩構造型を主体とするものである請求項1～3のいずれかに記載の切削工具用硬質皮膜。

【請求項5】 $\theta - 2\theta$ 法によるX線回折で測定される岩塩構造型の(111)面、(200)面および(220)面の回折線強度をそれぞれI(111)、I(200)およびI(220)とすると、これらの値が下記式(1)および/または式(2)と、式(3)を満足する請求項1～4のいずれかに記載の切削工具用硬質皮膜。

$$I(220) \leq I(111) \quad \dots (1)$$

$$I(220) \leq I(200) \quad \dots (2)$$

$$I(200)/I(111) \geq 0.3 \quad \dots (3)$$

【請求項6】 CuのK α 線を用いた $\theta-2\theta$ 法によるX線回折で測定される岩塩構造型の(111)面の回折線の回折角度が36.5 $^{\circ}$ ～37.5 $^{\circ}$ の範囲内にある請求項1～5のいずれかに記載の切削工具用硬質皮膜。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載の要件を満たし、且つ相互に異なる硬質皮膜が2層以上形成されていることを特徴とする切削工具用硬質皮膜。

【請求項8】 請求項1～7のいずれかに記載の硬質皮膜の片面側または両面側に、岩塩構造型主体の結晶構造を有し、且つ前記硬質皮膜とは異なる成分組成である金属窒化物層、金属炭化物層および金属炭窒化物層よりなる群から選択される少なくとも1層が積層されていることを特徴とする切削工具用硬質皮膜。

【請求項9】 請求項1～8のいずれかに記載の硬質皮膜の片面側または両面側に、4A族、5A族、6A族、AlおよびSiよりなる群から選択される少なくとも1種の金属を含む金属層または合金層が1以上積層されていることを特徴とする切削工具用硬質皮膜。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかに記載の切削工具用硬質皮膜の製造方法であって、成膜ガス雰囲気中で金属を蒸発させイオン化して、前記金属とともに成膜ガスのプラズマ化を促進しつつ成膜することを特徴とする切削工具用硬質皮膜の製造方法。

【請求項11】 ターゲットを構成する金属の蒸発およびイオン化をアーク放電にて行うアークイオンプレーティング法において、該ターゲットの蒸発面にほぼ直交して前方に発散ないし平行に進行する磁力線を形成し、この磁力線によって被処理体近傍における成膜ガスのプラズマ化を促進しつつ成膜する請求項10に記載の切削工具用硬質皮膜の製造方法。

【請求項12】 前記被処理体に印加するバイアス電位がアース電位に対して-50V～-400Vである請求項11に記載の切削工具用硬質皮膜の製造方法。

【請求項13】 成膜時の前記被処理体温度を300 $^{\circ}$ C以上800 $^{\circ}$ C以下とする請求項11または12に記載の切削工具用硬質皮膜の製造方法。

【請求項14】 成膜時の反応ガスの分圧または全圧を0.5Pa以上7Pa以下とする請求項11～13のいずれかに記載の切削工具用硬質皮膜の製造方法。

【請求項15】 Ti, Al, Cr, SiおよびBからなり、且つ相対密度が95%以上であることを特徴とする硬質皮膜形成用ターゲット。

【請求項16】 $(Ti_{1-x-y-z-w}, Al_x, Cr_y, Si_z, B_w)$ からなるターゲットであって、

$$0.5 \leq x \leq 0.8,$$

$$0.06 \leq y,$$

$$0 \leq z \leq 0.1,$$

$$0 \leq w \leq 0.1,$$

$$0.01 \leq z + w \leq 0.1,$$

$$x + y + z + w < 1$$

(x, y, z, wは、それぞれAl, Cr, Si, Bの原子比を示す。以下同じ)

である請求項15に記載の硬質皮膜形成用ターゲット。

【請求項17】 前記ターゲット中に存在する空孔の大きさが半径0.3mm未満である請求項15または16に記載の硬質皮膜形成用ターゲット。

【請求項18】 酸素含有量が0.3質量%以下で、水素含有量が0.05質量%以下であり、更に塩素含有量が0.2質量%以下である請求項15～17のいずれかに記載の硬質皮膜形成用ターゲット。

【請求項19】 Cu含有量が0.05質量%以下で、Mg含有量が0.03質量%以下である請求項15～18のいずれかに記載の硬質皮膜形成用ターゲット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チップ、ドリル、エンドミル等の切削工具の耐摩耗性を向上させるための硬質皮膜およびその製造方法、更には、この様な硬質皮膜の製造において

蒸発源として使用されるターゲットに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、超硬合金、サーメットまたは高速度工具鋼を基材とする切削工具の耐摩耗性を向上させることを目的に、TiNやTiCN、TiAlN等の硬質皮膜をコーティングすることが行われている。

【0003】

特に、Ti、AlおよびSiの複合窒化皮膜（以下、TiAlSiNと記す）が、優れた耐摩耗性を示すことから、前記チタンの窒化物や炭化物、炭窒化物等からなる皮膜に代わって高速切削用や焼き入れ鋼等の高硬度材切削用の切削工具に適用されつつある。

【0004】

前記TiAlSiN皮膜は、Al、Siを添加することによって膜の硬度が上昇し、耐摩耗特性が向上することが、特開平7-310174号公報に開示されており、Alを原子比で0.05以上、望ましくは0.56以上、かつSiを原子比で0.01以上、望ましくは0.02以上添加することで硬度及び耐酸化性が改善されることが示されている。しかしながら近年では、切削工具の使用条件としてより高速化・高能率化が要求されており、このような切削工具を実現するため、更に優れた耐摩耗性を発揮する切削工具用硬質皮膜が求められている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、高速・高能率切削が可能な、TiAlSiNよりも耐摩耗性に優れた切削工具用硬質皮膜、およびこの様な硬質皮膜を得るための有用な製造方法、更には前記製造にて本発明の切削工具用硬質皮膜を効率よく得ることのできるターゲットを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る切削工具用硬質皮膜とは、 $(Ti_{1-a-b-c-d}, Al_a, Cr_b, S$

$i_c, B_d) (C_{1-e}N_e)$ からなる硬質皮膜であって、

$$0.5 \leq a \leq 0.8,$$

$$0.06 \leq b,$$

$$0 \leq c \leq 0.1,$$

$$0 \leq d \leq 0.1,$$

$$0.01 \leq c + d \leq 0.1,$$

$$a + b + c + d < 1,$$

$$0.5 \leq e \leq 1$$

(a, b, c, d は、それぞれ Al, Cr, Si, B の原子比を示し、 e は N の原子比を示す)であることを要旨とし、上記 e の値が 1 の場合や前記 c の値が 0 超の場合を好ましい形態とするものである。また、本発明の切削工具用硬質皮膜は、その結晶構造が岩塩構造型を主体とするものであることが好ましい。また $\theta - 2\theta$ 法による X 線回折で測定される岩塩構造型の (111) 面、(200) 面および (220) 面の回折線強度をそれぞれ $I(111)$ 、 $I(200)$ および $I(220)$ とするとき、これらの値が下記式 (1) および / または式 (2) と、式 (3) を満足するものがよい。

【0007】

$$I(220) \leq I(111) \quad \dots (1)$$

$$I(220) \leq I(200) \quad \dots (2)$$

$$I(200) / I(111) \geq 0.3 \quad \dots (3)$$

また本発明の硬質皮膜は、Cu の $K\alpha$ 線を用いた $\theta - 2\theta$ 法による X 線回折で測定される岩塩構造型の (111) 面の回折線の回折角度が $36.5^\circ \sim 37.5^\circ$ の範囲内にあるものがよい。

【0008】

本発明の切削工具用硬質皮膜には、上記要件を満たし、且つ相互に異なる硬質皮膜が 2 層以上形成されているものを含む。

【0009】

また本発明の切削工具用硬質皮膜には、前記 1 層もしくは 2 層以上の本発明の硬質皮膜の片面側または両面側に、岩塩構造型を主体とする結晶構造を有し、且

つ前記硬質皮膜とは異なる成分組成の金属窒化物層、金属炭化物層および金属炭窒化物層よりなる群から選択される少なくとも1層や、4 A 族、5 A 族、6 A 族、Al および Si よりなる群から選択される少なくとも1種の金属を含む金属層または合金層が1以上積層されているものも含まれる。

【0010】

本発明は、上記切削工具用硬質皮膜を形成する方法も規定するものであって、成膜ガス雰囲気中で金属を蒸発させイオン化して、前記金属とともに成膜ガスのプラズマ化を促進しつつ成膜することを要旨としている。また、アーク放電を行ってターゲットを構成する金属を蒸発およびイオン化して被処理体上に本発明で規定する皮膜を形成するアークイオンプレーティング法（AIP法）において、前記ターゲットの蒸発面にほぼ直交して前方に発散ないし平行に進行する磁力線を形成し、この磁力線によって前記被処理体近傍における成膜ガスのプラズマ化を促進しつつ成膜することを好ましい形態とする。尚、この場合に前記被処理体に印加するバイアス電位は、アース電位に対して $-50\text{ V} \sim -400\text{ V}$ とすることが好ましく、成膜時の被処理体温度（以下、基板温度ということがある）は 300°C 以上で 800°C 以下の範囲内とすることが望ましく、また、成膜時の反応ガスの分圧または全圧を 0.5 Pa 以上 7 Pa 以下とすることが望ましい。

【0011】

尚、本発明における上記反応ガスとは、窒素、メタン、エチレン、アセチレン、アンモニア、水素、またはこれら2種以上を混合させた皮膜の成分組成に必要な元素を含むガスをいい、これら以外に用いられるArなどの様な希ガス等をアシストガスといい、これらをあわせて成膜ガスということとする。

【0012】

更に本発明は、Ti, Al, Cr, Si および B からなり、且つ相対密度が95%以上であることを特徴とする硬質皮膜形成用ターゲットも含み、該ターゲット中に存在する空孔の大きさが半径 0.3 mm 未満であることを好ましい形態とする。

【0013】

前記ターゲットは、その成分組成が $(\text{Ti}_{1-x-y-z-w}, \text{Al}_x, \text{Cr}_y, \text{Si}_z,$

B_w) からなるものであって、

$$0.5 \leq x \leq 0.8,$$

$$0.06 \leq y,$$

$$0 \leq z \leq 0.1,$$

$$0 \leq w \leq 0.1,$$

$$0.01 \leq z + w \leq 0.1,$$

$$x + y + z + w < 1$$

(x, y, z, w は、それぞれAl, Cr, Si, Bの原子比を示す)を満足するものがよい。

【0014】

また前記ターゲット中の酸素含有量が0.3質量%以下で、水素含有量が0.05質量%以下であり、更に塩素含有量が0.2質量%以下であることが好ましく、更にはCu含有量が0.05質量%以下で、Mg含有量が0.03質量%以下であることが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、前述した様な状況の下で、より優れた耐摩耗性を発揮する切削工具用硬質皮膜の実現を目指して鋭意研究を進めた。その結果、指標として皮膜の硬度と耐酸化性を同時に高めることができれば耐摩耗性が著しく向上することを見出した。そして、その手段としてTiAlSiN膜に着目して研究を進めた結果、TiAlSiNにCrを添加することによって膜の硬度および耐酸化性が向上し、結果として耐摩耗性が飛躍的に向上することを突きとめ、前記TiAlSiNとCrの定量的作用効果について追求を重ねた。更にBを添加することもある有効であることを突きとめ、上記本発明に想到したのである。

【0016】

即ち、本発明の硬質皮膜とは、Ti, Al, Cr, SiおよびBの窒化物または炭窒化物($Ti_{1-a-b-c-d}, Al_a, Cr_b, Si_c, B_d$) ($C_{1-e}N_e$) からなる皮膜であって、該窒化物または炭窒化物の組成が、

$$0.5 \leq a \leq 0.8, 0.06 \leq b, 0 \leq c \leq 0.1, 0 \leq d \leq 0.1,$$

$$0.01 \leq c + d \leq 0.1, a + b + c + d < 1, 0.5 \leq e \leq 1$$

のものであるが、この様に皮膜中のTi、Al、Cr、Si、B、CおよびNの組成を規定した理由について、以下詳細に説明する。

【0017】

前述の特開平7-310174号公報によれば、TiAlSiNの基本構造は岩塩構造型であり、AlおよびSiの組成比率は岩塩構造型を維持する範囲に設定されている。すなわち上記公報ではAlを原子比で0.75以下、Siを原子比で0.1以下に規定しており、AlおよびSiが上記範囲をこえると皮膜が軟質な六方晶構造に変化すると示されている。また、AlおよびSiには耐酸化性を向上させるという効果があり、この様な効果が、熱力学的に安定なAl酸化物の形成、ならびにSiによるAl酸化皮膜の緻密化によることが説明されている。しかしながら、上述の様に、AlおよびSiの割合が上記範囲を超えると皮膜の結晶構造が岩塩構造から軟質なZnS型六方晶へ変化することから、TiAlSiN系で更に耐酸化性を高めることは不可能である。

【0018】

一方、TiNにAlを添加して硬度、耐酸化性を高めた皮膜が、特許第2644710号公報に開示されており、Al量が原子比で0.6以上になると、軟質な六方晶構造が析出することが示されている。TiAlNは岩塩構造型の結晶であり、岩塩構造型のTiNのTiのサイトにAlが置換して入った岩塩構造型の複合窒化物であると考えられる。ところで岩塩構造型のAlNは高温高压相であるため、高硬度物質であると予想される。したがって岩塩構造を維持しながらTiAlN中のAlの比率を高めればTiAlN膜の硬度を高めることができると考えられる。しかしながら岩塩構造型のAlNは常温常圧や高温低压では非平衡相であることから、気相コーティングを行っても通常は軟質のZnS型AlNしか生成せず、岩塩構造型AlN単体を生成することができない。

【0019】

ところがTiNは岩塩構造型で、かつ岩塩構造型のAlNと格子定数が近いため、TiNの構造にAlNが引き込まれて、常温常圧や高温低压でも岩塩構造型のTiAlNを生成させることができるのである。しかしながら前述した様に、

TiAlNを $(Al_x, Ti_{1-x})N$ と表現した場合のAlの組成比 x が0.6～0.7を超えると、TiNによる引き込み効果が弱くなって軟質のZnS型AlNが析出するのである。

【0020】

TiAlSiNに関しては、このような詳細な構造解析はなされていないが、Si-N系化合物は、常温常圧では岩塩構造型ではなく六方晶構造であること、またSi量を増加させると六方晶が析出することから、TiAlSiN中のSiは、前述のTiAlNにおけるAlと同様の挙動、即ちTiN格子中のTiの格子位置に置換されて入っていると推定される。

【0021】

本発明者らは、この点に着目してTiAlSiNにCrを添加することにより、岩塩構造型を維持したまま、さらに耐酸化性および硬度を増加させることができることを見出した。これは次のようなメカニズムによると考えられる。即ち、CrNの格子定数は、TiNよりも更に岩塩構造型AlNに近いので、TiAlSiNのTiを一部Crに置換することで岩塩構造型AlNの比率をより一層高めることができる。この様にCr添加により膜中の岩塩構造型AlNの比率を高めることができれば、TiAlSiN膜よりも高硬度とすることが可能であると考えられる。

【0022】

一方、AlN、CrNおよびSi-N化合物は、耐酸化性もTiNより優れているため、耐酸化性向上の観点からも、Tiの割合を減らしてAl、CrおよびSiを添加することが好ましいのである。すなわち従来のTiAlSiNと比較すれば、Al、Si量を同じとした場合、Tiの一部をCrで置き換えることで更なる耐酸化性の向上を図ることができるのである。

【0023】

以下、本発明の $(Ti_{1-a-b-c-d}, Al_a, Cr_b, Si_c, B_d)(C_{1-e}N_e)$ 皮膜を構成するTi, Al, Cr, Si, B, CおよびNの原子比 a 、 b 、 c 、 d および e を規定した理由について詳細に述べる。

【0024】

まずAlについては、耐酸化性および硬度を確保するため、原子比aの下限を0.5とした。またAlの原子比aの上限を0.8と定めたのは、これを超える軟質な六方晶が析出し、皮膜の硬度が低下するからである。

【0025】

Crを添加することで、上述した様に岩塩構造型を維持したままAl含有量を増加させることができるのであり、この様な効果を発揮させるため、Crの原子比bの下限を0.06とした。

【0026】

Alの原子比aは、0.6以上であることが好ましく、より好ましくは0.65以上である。またAlの原子比aの望ましい上限は0.75である。Crの原子比bの下限は0.08であることが好ましく、より好ましくは0.1である。またCrNはTiNと比較して硬度が小さく、過度に添加すると硬度の低下を招くことから、Crの原子比bの上限は0.3であることが好ましく、より好ましくは0.25である。

【0027】

Siは上述した様に耐酸化性を向上させる効果を有するが、Bも同等の効果を有することから、Siおよび/またはBを原子比(c+d)で0.01以上添加する。好ましくは0.02以上である。一方、Siおよび/またはBの割合が多すぎると軟質な六方晶構造が析出し、耐摩耗性を損なうこととなるため、Siおよび/またはBの原子比:c、dまたは(c+d)の上限を0.1とする。好ましくは0.07以下であり、より好ましくは0.05以下である。

【0028】

Ti量は、上記Al、Cr、SiおよびB量によって決定されるが、TiNはCrNに比較して硬度が高く、Tiを全く添加しない場合には皮膜の硬度低下が生じることから、Tiの原子比(1-a-b-c-d)の下限は0.03とすることが望ましい。より好ましくは0.05以上で、更に好ましくは0.08以上である。また好ましい添加量としてAlの原子比を0.6以上とする場合、Tiを過度に添加すれば相対的にCr量が少なくなり前記引き込み効果が小さくなることから、この場合にはTiの原子比を0.35以下とすることが望ましく、よ

り好ましくは0.3以下、更に好ましくは0.25以下とする。

【0029】

皮膜中にCを添加することにより、TiCやSiC、あるいは B_4C 等の高硬度の炭化物を析出させて、皮膜自身の硬度を高めることができることから、C量 $(1-e)$ は、Ti、SiおよびBの合計添加量 $(1-a-b)$ と同量であることが望ましい。しかしながら過剰に添加すると、化学的に不安定な Al_4C_3 や Cr_7C_3 等を析出させてしまうこととなり、耐酸化性が劣化し易くなる。従って、 $(Ti_{1-a-b-c-d}, Al_a, Cr_b, Si_c, B_d)(C_{1-e}N_e)$ におけるeの値が0.5以上となるようにする。また上記炭化物の析出により硬度を高める場合には、前記eを0.8以下とするのが望ましい。

【0030】

尚、本発明の硬質皮膜の結晶構造は、実質的に岩塩構造型を主体とするものであることが好ましい。前述のようにZnS型構造が混入すると高強度を確保することができないからである。

【0031】

上記岩塩構造型を主体とする結晶構造とは、 $\theta-2\theta$ 法によるX線回折における岩塩構造を示すピークのうち、 (111) 面、 (200) 面、 (220) 面、 (311) 面のピーク強度をそれぞれ、 $IB(111)$ 、 $IB(200)$ 、 $IB(220)$ 、 $IB(311)$ とし、ZnS型構造を示すピークのうち、 (100) 面、 (102) 面、 (110) 面のピーク強度をそれぞれ、 $IH(100)$ 、 $IH(102)$ 、 $IH(110)$ とした場合に、下記式(4)の値が0.5以上となるような結晶構造のことをいい、好ましくは0.8以上である。0.5未満になると膜の硬度が本発明で好ましいとする硬度よりも低くなるからである。

【0032】

前記ZnS型構造のピーク強度は、X線回折装置にてCuの $K\alpha$ 線を用い、 (100) 面は $2\theta=32^\circ\sim33^\circ$ 付近、 (102) 面は $2\theta=48^\circ\sim50^\circ$ 付近、また (110) 面は $2\theta=57^\circ\sim58^\circ$ 付近に現れるピークの強度を測定して求める。尚、ZnS型の結晶はAlNが主体であるが、Ti、CrおよびSiが混入しているため、実測されるZnS型AlNのピーク位置は、JCPD

SカードのZnS型AlNのピーク位置と若干ずれる。

【0033】

【数1】

$$\frac{\text{IB}(111)+\text{IB}(200)+\text{IB}(220)+\text{IB}(311)}{\text{IB}(111)+\text{IB}(200)+\text{IB}(220)+\text{IB}(311)+\text{IH}(100)+\text{IH}(102)+\text{IH}(110)} \quad (4)$$

【0034】

本発明の皮膜の結晶構造をX線回折で測定した場合に、岩塩構造型の結晶構造における回折線強度が、 $I(220) \leq I(111)$ および／または $I(220) \leq I(200)$ を満たしていることが望ましい。これは、岩塩構造型の密に充填した面である(111)面や(200)面が皮膜表面に対して平行に配向することで、耐摩耗性が向上するからである。

【0035】

更に(200)面と(111)面の回折線強度比; $I(200)/I(111)$ が0.3以上であることが好ましい。 $I(200)/I(111)$ は、成膜時に基板に印可するバイアス電圧や、ガス圧、成膜温度などの条件により変化するが、本発明では、 $I(200)/I(111)$ が0.3以上を満足する場合に、皮膜の切削特性が良好となることを見出した。その理由について詳細は明らかでないが次の様に考えることができる。即ち、岩塩構造型の結晶構造では、基本的に金属元素が窒素または炭素と結合し、金属元素同士、窒素原子同士、または炭素原子同士の結合はほとんど存在せず、(111)面では、最隣接原子が金属元素同士、窒素原子同士、または炭素原子同士であるが、お互いに結合していないと考えられる。これに対して(200)面では、隣接している原子(最隣接原子)は金属元素と窒素あるいは金属元素と炭素の組み合わせで、(200)面内における金属元素と窒素原子または炭素原子とは結合している割合が高いことから安定していると考えられる。従って、面内の安定性の高い(200)面を、(111)面に対してある一定以上の割合で表面に対して配向させれば、硬度が増加して切削特性を向上させることができると考えられる。前記 $I(200)/I(111)$ の値は、好ましくは0.5以上である。

【0036】

(111)面の回折線の回折角度は、皮膜の成分組成、残留応力の状態、または基板の種類によって変化するものであり、本発明の硬質皮膜についてCuの $K\alpha$ 線を用いた $\theta-2\theta$ 法によるX線回折を行った結果、回折角度はおおよそ $36.5^\circ \sim 37.5^\circ$ の範囲内で変化し、皮膜中のTi量が増加すると該回折角度が小さくなる傾向が示された。この様に、皮膜中のTi量の増加により前記(111)面の回折角度が低角側となる、即ち(111)面間距離が大きくなるのは、前述の如く、TiNの格子定数(4.24Å)が岩塩構造型のAlNの格子定数(4.12Å)やCrNの格子定数(4.14Å)と比較して大きいことに起因していると考えられる。尚、本発明の硬質皮膜; $(Ti_{0.12}Al_{0.70}Cr_{0.15}Si_{0.03})N$ 皮膜を超硬合金基板上に形成した場合、(111)面の回折角度は成膜条件により $36.6^\circ \sim 37.1^\circ$ の範囲内で変化した。

【0037】

本発明の硬質皮膜は、上記要件を満足する単層の皮膜の他、上記要件を満たし、且つ相互に異なる皮膜を複数積層して用いることもできる。また用途によっては、前記1層または2層以上の本発明で規定する(Ti, Cr, Al, Si, B)(CN)膜の片面側または両面側に、岩塩構造型主体の結晶構造を有し、且つ前記硬質皮膜とは異なる成分組成の金属窒化物層、金属炭化物層および金属炭窒化物層よりなる群から選択される少なくとも1層が積層されていてもよい。

【0038】

尚、ここでいう「岩塩構造型主体の結晶構造」は、 $\theta-2\theta$ 法によるX線回折における岩塩構造を示すピークのうち、(111)面、(200)面、(220)面、(311)面のピーク強度をそれぞれ、 $IB(111)$ 、 $IB(200)$ 、 $IB(220)$ 、 $IB(311)$ とし、ZnS型構造を示すピークのうち、(100)面、(102)面、(110)面のピーク強度をそれぞれ、 $IH(100)$ 、 $IH(102)$ 、 $IH(110)$ とした場合に、上記式(4)の値が0.8以上となるような結晶構造のことをいうものとする。岩塩構造型である皮膜として、例えばTiN、TiAlN、TiCrAlN、TiVAlN、TiCN、TiAlCN、TiCrAlCN、TiC等の皮膜が挙げられる。

【0039】

また本発明の切削工具用硬質皮膜には、前記1層もしくは2層以上の本発明の硬質皮膜の片面側または両面側に、4A族、5A族、6A族、AlおよびSiよりなる群から選択される少なくとも1種の金属を含む金属層または合金層が1以上積層されているものであってもよく、前記4A族、5A族、6A族の金属として、Cr、Ti、Nb等が挙げられ、合金としてはTi-Al等を用いることができる。この様な積層皮膜の形成は、特に、硬質皮膜との密着性が超硬合金母材よりも低い鉄系母材(HSS、SKD等)を基板とする場合に有効であり、前記鉄系母材上に、本発明で規定する皮膜よりも比較的硬度の低い前記CrN、TiN、TiAlN等の皮膜、あるいはCr、Ti、Ti-Al等の金属中間層を形成し、その上に本発明の硬質皮膜を形成することで、基材との密着性が良好な硬質皮膜が得られるのである。また、本発明と比較して相対的に軟質であるこれらの皮膜を中間層として形成することで、残留応力の低減を図ることができ、その

結果、耐剥離性（密着性）の向上も期待できる。

【 0 0 4 0 】

上記 (i) 本発明の要件を満たし、かつ相互に異なる皮膜や、(ii) 岩塩構造型であって前記硬質皮膜とは異なる成分組成の金属窒化物層、金属炭化物層または金属炭窒化物層、(iii) 4 A 族、5 A 族、6 A 族、Al および Si よりなる群から選択される少なくとも 1 種の金属を含む金属層または合金層を、複数層形成して本発明の硬質皮膜とする場合には、1 層の厚みが $0.005 \sim 2 \mu\text{m}$ の範囲内にあればよいが、本発明の硬質皮膜は、単層の場合または上記複数層の場合であっても、トータルとしての膜厚は、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $20 \mu\text{m}$ 以下の範囲内とすることが望ましい。 $0.5 \mu\text{m}$ 未満だと膜厚が薄すぎて耐摩耗性が好ましくない。一方、上記膜厚が $20 \mu\text{m}$ を超えると、切削中に膜の欠損や剥離が発生するからである。尚、より好ましい膜厚は、 $1 \mu\text{m}$ 以上、 $15 \mu\text{m}$ 以下である。

【 0 0 4 1 】

更に、Al の組成比が高くても結晶構造が実質的に岩塩構造型を主体とするものである本発明の皮膜を作製するには、本発明で規定する様な方法で成膜することが大変有効である。即ち、成膜ガス雰囲気中でアーク放電を行ってターゲットを構成する金属を蒸発させてイオン化し、前記金属とともに成膜ガスのプラズマ化を促進しつつ成膜する方法であり、このとき前記被処理体近傍における成膜ガスのプラズマ化を、ターゲットの蒸発面にほぼ直交して前方に発散ないし平行に進行するよう形成した磁力線によって促進しつつ成膜することを好ましい形態とする。

【 0 0 4 2 】

アークイオンプレーティング (AIP) 装置において、従来のように弱い磁場発生源がターゲットの裏側に配置され、ターゲット表面に対して磁場の垂直成分が小さいカソード蒸発源では本発明の皮膜を作製することが困難であって、磁石がターゲットの横または前方に配置されて、ターゲット蒸発面にほぼ直交して前方に発散ないし平行に進行する磁力線を形成し、この磁力線によって成膜ガスのプラズマ化を促進することが、本発明の硬質皮膜を形成する上で大変有効なのである。

【 0 0 4 3 】

本発明を実施するための装置の一例として、図 1 に A I P 装置を示しながら簡単に説明する。

【 0 0 4 4 】

この A I P 装置は、真空排気する排気口 1 1 および成膜ガスを供給するガス供給口 1 2 とを有する真空容器 1 と、アーク放電によって陰極を構成するターゲットを蒸発させてイオン化するアーク式蒸発源 2 と、コーティング対象である被処理体（切削工具）W を支持する支持台 3 と、この支持台 3 と前記真空容器 1 との間で支持台 3 を通して被処理体 W に負のバイアス電圧を印加するバイアス電源 4 とを備えている。

【 0 0 4 5 】

前記アーク式蒸発源 2 は、陰極を構成するターゲット 6 と、このターゲット 6 と陽極を構成する真空容器 1 との間に接続されたアーク電源 7 と、ターゲット 6 の蒸発面 S にほぼ直交して前方に発散ないし平行に進行し、被処理体 W の近傍まで伸びる磁力線を形成する磁界形成手段としての磁石（永久磁石）8 とを備えている。被処理体 W の近傍付近における磁束密度としては、被処理体の中心部において磁束密度が 1 0 G（ガウス）以上、好ましくは 3 0 G 以上とするのが良い。尚、蒸発面にほぼ直交するとは、蒸発面の法線方向に対して 0° を含み、3 0° 程度以下の角度をなすことを意味する。

【 0 0 4 6 】

図 2 は、本発明の実施に供するアーク式蒸発源要部の一例を拡大した断面概略図であるが、前記磁界形成手段としての磁石 8 は、ターゲット 6 の蒸発面 S を取り囲むように配置されている。磁界形成手段としては、前記磁石に限らず、コイルとコイル電源とを備えた電磁石でも良い。また、磁石の配置場所は図 3 に示すように、ターゲット 6 の蒸発面 S の前方（被処理体側）を取り囲むように設けても良い。尚、図 1 では、チャンバーをアノードとしたが、例えばターゲット側面前方を取り囲むような円筒形状の専用アノードを設けても良い。

【 0 0 4 7 】

尚、図 4 に示す従来の A I P 装置のアーク式蒸発源 1 0 2 にも、アーク放電を

ターゲット106上に集中させるための電磁石109を備えたものがあるが、電磁石109がターゲット106の裏側に位置しているため、磁力線がターゲット蒸発面近傍でターゲット表面と平行となり、磁力線が被処理体Wの近傍にまで伸びないようにになっている。

【0048】

本発明で使用するAIP装置のアーク式蒸発源と、従来のそれとの磁場構造の違いは、成膜ガスのプラズマの広がり方の違いにある。

【0049】

前記図3に示すように、放電で発生した電子eの一部が磁力線に巻き付くように運動を行い、この電子が成膜ガスを構成する窒素分子等と衝突することによって成膜ガスがプラズマ化する。前記図4における従来の蒸発源102では、磁力線がターゲット近傍に限られるため、上記の様に生成された成膜ガスのプラズマの密度はターゲット近傍が最も高く、被処理体Wの近傍ではプラズマ密度がかなり低いものとなっている。これに対し、図2および図3に示す様な本発明で使用する蒸発源では、磁力線が被処理体Wにまで伸びるため、被処理体W近傍における成膜ガスのプラズマ密度が従来の蒸発源に比べ格段に高いものとなっている。

【0050】

そして、この様な成膜ガスのプラズマ密度の違いが、生成される膜の結晶構造に影響を与えられられる。

【0051】

前記バイアス電圧を上げることで、プラズマ化した成膜ガスや金属イオンのエネルギーが高くなり、膜の岩塩構造化が促進されることとなるため、バイアス電圧は50V以上とすることが好ましく、より好ましくは70V以上であり、更に好ましくは100V以上である。しかしバイアス電圧が高すぎると、プラズマ化した成膜ガスによって膜がエッチングされ、成膜速度が極端に小さくなるためあまり実用的でない。従って、バイアス電圧は400V以下とすることが好ましく、より好ましくは300V以下、更に好ましくは260V以下で最も好ましくは200V以下である。尚、バイアスの電位は、アース電位に対してマイナスとな

るように印加しており、例えばバイアス電圧 1 0 0 V とは、アース電位に対してバイアス電位が - 1 0 0 V であることを示す。バイアス電圧を印加する目的は、前述の如く入射する成膜ガスやターゲットからの金属原子のイオンにエネルギーを与え、皮膜の岩塩構造化を促進することにより、前記バイアス電圧の好ましい範囲は形成する皮膜の組成により変わりうるもので、A l 量の比較的少ない皮膜あるいは C r 量の比較的多い皮膜の形成においては、バイアス電圧が多少低くても前述の引き込み効果が有効に作用し、岩塩構造化を容易に図ることができる。皮膜中の A l 量が約 6 5 原子%以下、または C r 量が約 2 5 原子%を超える皮膜の形成では、バイアス電圧を 5 0 V 以下としても岩塩構造型単層の皮膜を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

また本発明では、皮膜形成時の基板温度の範囲を 3 0 0 °C 以上 8 0 0 °C 以下とすることが好ましいとしているが、これは形成した皮膜の応力と関係している。本発明の硬質皮膜の応力は、基板温度が上昇すれば皮膜応力は低減する傾向にある。得られた硬質皮膜に過大な残留応力が作用していると、成膜ままの状態で剥離が生じ易く密着性に劣る。従って、基板温度は 3 0 0 °C 以上とするのが好ましく、より好ましくは 4 0 0 °C 以上で、更に好ましくは 5 0 0 °C 以上である。一方、基板（被処理体）温度を高めれば上記残留応力は低減するが、残留応力が小さすぎる場合には圧縮応力が小さくなり、基板の抗折力増加作用が損なわれ、また高温による基板の熱的変質も生じることとなる。従って基板温度は 8 0 0 °C 以下とすることが好ましい。より好ましくは 7 0 0 °C 以下である。

【 0 0 5 3 】

基板が超硬合金母材の場合、前記基材温度は特に制限されるものではないが、基材が H S S （高速度工具鋼、S K H 5 1 等）あるいは S K D 1 1、S K D 6 1 等の熱間工具鋼の場合には、成膜時の基板温度を基板材料の焼き戻し温度以下にして基板の機械的特性を維持するのがよい。焼き戻し温度は基板材料によって異なり、例えば前記 S K H 5 1 で 5 5 0 ~ 5 7 0 °C 程度、前記 S K D 6 1 で 5 5 0 ~ 6 8 0 °C、前記 S K D 1 1 の高温焼き戻しでは 5 0 0 ~ 5 3 0 °C であり、成膜時の基板温度はこれらの焼き戻し温度以下とすることが好ましい。より好ましく

はそれぞれの焼き戻し温度に対して50℃程度低い基板温度とするのがよい。

【0054】

さらに本発明では、形成時の反応ガスの分圧または全圧を0.5Pa～7Paの範囲とすることを好ましい成膜条件としている。ここで反応ガスの「分圧または全圧」と表示しているのは、本発明が、前述のように窒素ガスやメタンガスといった皮膜の成分組成に必要な元素を含むガスを反応ガス、それ以外のアルゴン等のような希ガスなどをアシストガスといい、これらを併せて成膜ガスとしており、成膜ガスとしてアシストガスを用いず反応ガスのみを用いる場合には、反応ガスの全圧を制御することが有効で、また反応ガス及びアシストガスの両方を用いる場合には反応ガスの分圧を制御することが有効だからである。この反応ガスの分圧または全圧が0.5Pa未満の場合は、アーク蒸発の場合発生するマクロパーティクル（ターゲットの溶融物）の発生が多く表面粗度が大きくなり、用途によっては不都合を生じるので好ましくない。一方、反応ガスの分圧または全圧が7Paを超える場合は、蒸発粒子の反応ガスとの衝突による散乱が多くなり、成膜速度が低下するため好ましくないのである。好ましくは1Pa以上で5Pa以下であり、より好ましくは1.5Pa以上で4Pa以下である。

【0055】

本発明では、成膜方法としてAIP法について述べたが、金属元素とともに成膜ガスのプラズマ化が促進される成膜方法であれば、AIP法に限定されるものではなく、例えば、パルススパッタリング法や窒素のイオンビームアシストデポジション法で成膜することもできる。

【0056】

本発明の硬質皮膜は、上述の如くターゲットを蒸発またはイオン化させて、被処理体上に成膜するイオンプレーティング法やスパッタリング法等の気相コーティング法にて製造するのが有効であるが、該ターゲットの特性が好ましくない場合には、成膜時に安定した放電状態が保てず、得られる皮膜の成分組成が均一でない等の問題が生じる。そこで優れた耐摩耗性を発揮する本発明の切削工具用硬質皮膜を得るにあたり、使用するターゲットの特性についても検討したところ、下記の様な知見が得られた。

【0057】

まず、ターゲットの相対密度を95%以上とすることで、成膜時の放電状態が安定し、効率よく本発明の硬質皮膜が得られることが分かった。即ち、ターゲットの相対密度が95%未満であると、ターゲット中にミクロポア等の合金成分の粗な部分が生じるようになり、この様なターゲットを成膜に用いた場合、該合金成分の蒸発が不均一となって、得られる皮膜の成分組成がばらついたり膜厚が不均一となったりしてしまう。また、空孔部分は成膜時に、局所的かつ急速に消耗するので、減耗速度が速くなりターゲットの寿命が短くなる。空孔が多数存在する場合には、局所的な減耗が急速に進むのみならず、ターゲットの強度が劣化して割れが生じる原因ともなるのである。上記ターゲットの相対密度は96%以上であることが好ましく、より好ましくは98%以上である。

【0058】

ターゲットの相対密度が95%以上であっても、ターゲット中に存在する空孔が大きい場合には、放電状態が不安定となり良好に皮膜が成膜されないため好ましくない。ターゲット中に半径0.5 μm 以上の空孔が存在すると、ターゲットを構成する合金成分の蒸発またはイオン化のためのアーク放電が中断して成膜を行うことができないことが知られている。本発明者らが検討したところ、空孔の半径が0.3 μm 以上になると放電中断には至らずとも放電状態が不安定となることが分かった。従って、安定した放電状態を保ち、良好にかつ効率よく成膜を行うには、ターゲット中に存在する空孔の半径を0.3 μm 未満、好ましくは0.2 μm 以下とするのがよいのである。

【0059】

AIP法等の気相コーティング法では、使用するターゲットの成分組成が、形成される皮膜の成分組成を決定付けることから、ターゲットの成分組成は、目的とする皮膜の成分組成と同一であることが好ましい。即ち、耐摩耗性に優れた本発明の硬質皮膜を得るには、ターゲットとして、 $(\text{Ti}_{1-x-y-z-w'}\text{Al}_x\text{Cr}_y\text{Si}_z\text{B}_w)$ からなるものであって、

$$0.5 \leq x \leq 0.8,$$

$$0.06 \leq y,$$

$$0 \leq z \leq 0.1,$$

$$0 \leq w \leq 0.1,$$

$$0.01 \leq z + w \leq 0.1,$$

$$x + y + z + w < 1$$

(x, y, z, wは、それぞれAl, Cr, Si, Bの原子比を示す)を満足するものを用いることが好ましいのである。

【0060】

上記ターゲットの成分組成を満足していても、ターゲットの成分組成分布がばらついていると、得られる硬質皮膜の成分組成分布も不均一となり、該皮膜の耐摩耗性が部分的に異なることとなってしまう。またターゲットの成分組成分布にばらつきがあると、ターゲットに局所的な電気伝導性や融点等の差異が生ずることとなり、これが放電状態を不安定にして良好に成膜されないのである。従って、本発明のターゲットは、組成分布のばらつきが0.5at%以内にあることが好ましい。

【0061】

更に本発明者らは、ターゲットの製造に用いる原料あるいはターゲット製造時の雰囲気が原因で、ターゲット中に不可避免的に混入する不純物(酸素、水素、塩素、銅およびマグネシウム)の含有量が、成膜時の放電状態等に及ぼす影響についても調べた。

【0062】

その結果、酸素、水素および塩素がターゲット中に多量に含まれていると、成膜時にターゲットからこれらのガスが突発的に発生し、放電状態が不安定となったり最悪の場合にはターゲットそのものが破損して良好に成膜されないことが分かった。従って、ターゲット中に含まれる酸素は0.3質量%以下、水素は0.05質量%以下、塩素は0.2質量%以下に抑えるのがよいのである。より好ましくは、酸素を0.2質量%以下、水素を0.02質量%以下、塩素を0.15質量%以下に抑える。

【0063】

また、銅やマグネシウムは、本発明のターゲットを構成するTi, Al, Cr

、S i および B よりも蒸気圧が高く気化しやすいので、多量に含まれる場合には、ターゲット製造時にガス化してターゲット内部に空孔が形成され、この様な欠陥が原因で成膜時の放電状態が不安定となるのである。従って、ターゲット中に含まれる銅の含有量は、0.05質量%以下に抑えることが好ましく、より好ましくは0.02質量%以下である。また、マグネシウムの含有量は、0.03質量%以下に抑えることが好ましく、より好ましくは0.02質量%以下である。

【0064】

この様な不純物の含有量を本発明で規定する範囲にまで低減する方法として、例えば原料粉末の真空溶解や、清浄雰囲気中で原料粉末の配合・混合を行うこと等が挙げられる。

【0065】

ところで本発明は、ターゲットの製造方法についてまで特定するものではないが、例えば、量比や粒径等を適切に調整した原材料のT i 粉末、C r 粉末、A l 粉末、S i 粉末およびB粉末を、V型ミキサー等で均一に混合して混合粉末とした後、これに冷間静水圧加圧処理（C I P 処理）あるいは熱間静水圧加圧処理（H I P 処理）を施す方法が本発明のターゲットを得る有効な方法として挙げられる。これらの方法の他、熱間押出法や超高压ホットプレス法等によっても本発明のターゲットを製造することができる。

【0066】

尚、上記の様に混合粉末を調製した後、ホットプレス処理（H P）にてターゲットを製造する方法も挙げられるが、この方法では、本発明で用いるC r が高融点金属であるため相対密度の高いターゲットが得られ難いといった問題点がある。また、上記の様に混合粉末を用いて製造する方法の他、予め合金化させた粉末を用いて、C I P 処理やH I P 処理を行ったり、溶解・凝固させてターゲットを得る方法も挙げられる。しかし前記合金化粉末を用いてC I P 処理またはH I P 処理を行う方法では、組成の均一なターゲットが得られるという利点があるものの、合金粉末が難焼結性であるため、高密度ターゲットが得られ難いといった問題点がある。また後者の合金化粉末を溶解・凝固させる方法では、組成が比較的均一なターゲットが得られるという利点があるが、凝固時に割れや引け巣が

発生し易いといった問題があり、本発明のターゲットを得ることは難しい。

【0067】

【実施例】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に含まれる。

【0068】

【実施例1】

前記図1に示すAIP装置のカソードにTi、Cr、AlおよびSiからなるターゲット合金を取り付け、さらに、支持台上に被処理体として超硬合金製チップ、超硬合金製スクエアエンドミル（直径10mm、4枚刃）、又は白金箔（0.2mm厚み）を取り付け、チャンバー内を真空状態にした。その後、チャンバー内にあるヒーターで被処理体の温度を550℃に加熱し、 3×10^{-3} Pa以下の真空度とした後に、Arイオンによる前記基板のクリーニングを15分間行った。その後、窒素ガスまたは窒素とメタンの混合ガスを導入して、チャンバー内の圧力を2.66Pa、アーク電流を100Aとしてアーク放電を開始し、被処理体の表面に膜厚約3μmの皮膜を形成した。なお、成膜中にアース電位に対して被処理体がマイナス電位となるよう100～200Vのバイアス電圧を被処理体に印加した。

【0069】

成膜終了後、膜中の金属成分組成、膜の結晶構造、ビッカース硬度および酸化開始温度を調べた。膜中のTi、Cr、AlおよびSiの成分組成はEPMA（質量吸収係数補正）により測定した。尚、皮膜中の金属元素およびNを除くO、C等の不純物元素量は、前記EPMAによる定量分析で酸素が1at%以下、成膜ガスとしてメタンを使用しない場合には炭素が2at%以下のレベルであった。また、膜の結晶構造はX線回折により同定した。酸化開始温度は、白金サンプルを用いて、熱天秤により人工乾燥空気中で室温から5℃/minの昇温速度で加熱したときに重量変化が生じる温度を測定し、その温度を酸化開始温度とした。

。前記式（４）の値は、前述のようにX線回折装置にてCuのK α 線を用いて各結晶面のピーク強度を測定して求めた。得られた膜の成分組成、結晶構造、ビッカース硬度（荷重0.25Nで測定）、酸化開始温度および前記式（４）の値を表1に示す。

【0070】

【表1】

実験No.	組成 (原子比)						ビッカース硬度	酸化開始温度 (°C)	結晶構造※	式(4)の値
	Ti	Cr	Al	Si	C	N				
1	0.73	0	0.25	0.02	0.00	1.00	2500	700	B1	1
2	0.40	0	0.57	0.03	0.00	1.00	2900	950	B1	1
3	0.37	0.20	0.40	0.03	0.00	1.00	2600	750	B1	1
4	0.02	0.10	0.85	0.03	0.00	1.00	2000	1100	B1+Hex	0.1
5	0.05	0.10	0.70	0.15	0.00	1.00	2200	1050	B1+Hex	0.1
6	0.10	0.18	0.72	0.00	0.00	1.00	2900	950	B1	1
7	0.12	0.15	0.70	0.03	0.60	0.40	3000	750	B1	1
8	0.30	0.18	0.50	0.02	0.00	1.00	2950	950	B1	1
9	0.11	0.15	0.71	0.03	0.00	1.00	3300	1150	B1	1
10	0.04	0.20	0.70	0.06	0.00	1.00	3050	1100	B1	1
11	0.13	0.15	0.70	0.02	0.00	1.00	3200	1150	B1	1
12	0.18	0.08	0.71	0.03	0.00	1.00	3100	1100	B1	1
13	0.18	0.08	0.71	0.03	0.20	0.80	3100	1050	B1	1
14	0.18	0.08	0.71	0.03	0.40	0.60	3020	1020	B1	1
15	0.08	0.25	0.65	0.02	0.00	1.00	3050	1050	B1	1
16	0.07	0.30	0.60	0.03	0.00	1.00	3000	1000	B1	1
17	0.20	0.13	0.65	0.02	0.00	1.00	3030	980	B1	1
18	0.25	0.12	0.60	0.03	0.00	1.00	3000	970	B1	1

※ B1は岩塩構造を表し、HexはZnS型構造を表す

【0071】

表1より、No. 1, 2に示すTiAlSiN ($0.05 \leq Al \leq 0.75$)の皮膜硬度は2500~2900で、酸化開始温度は700~950℃であり、皮膜硬度および酸化開始温度の両方を同時に高めることはできていない。またNo. 3~7は本発明で規定した範囲から外れるものであり、皮膜硬度または酸化開始温度のいずれかが低くなっている。これに対し、本発明の成分組成範囲を満たすNo. 8~18では、高いビッカース硬度および酸化開始温度を同時に達成することができている。

【0072】

[実施例2]

前記実施例1で得られた硬質皮膜を被覆したエンドミルのうち、No. 2, 4, 6, 9, 11, 13, 16および17について切削試験を行い、摩耗評価を行った。被削材としてSKD61焼き入れ鋼(HRC50)を用いた。切削条件は以下の通りである。摩耗評価は、上記各エンドミルを用いて被削材を30m切削後、刃先を光学顕微鏡で観察して摩耗幅を測定した。その結果を表2に示す。

【0073】

切削条件

切削速度：200m/min

送り速度：0.05mm/刃

切り込み：5mm

ピックフィード：1mm

切削油：エアブローのみ

切削方向：ダウンカット

【0074】

【表 2】

実験No.	摩耗幅(μm)
2	31
4	35
6	25
9	15
11	13
13	17
16	20
17	19

【0075】

表2より、本発明の要件を満たす皮膜をコーティングしたNo. 9, 11, 13, 16および17のエンドミルは、本発明の要件を満足しない皮膜をコーティングしたNo. 2, 4, 6のエンドミルと比較して摩耗幅が小さく、耐摩耗性に優れていることがわかる。

【0076】

【実施例3】

Ti、Cr、AlおよびBを含む種々の合金ターゲットを用い、更に、支持台上に被処理体として超硬合金製チップ、超硬合金製スクエアエンドミル（直径10mm、4枚刃）を前記図1に示したAIP装置に取り付け、チャンバー内の圧力を2.66Paにしてアーク電流150Aでアーク放電を開始し、基板（被処理体）の表面に膜厚約3 μm の表3に示す組成の(TiAlCrB)N皮膜を形成した。尚、成膜中にアース電位に対して基板（被処理体）がマイナス電位となるよう150Vのバイアス電圧を基板（被処理体）に印加した。その他の成膜条件に関しては前記実施例1と同様である。得られた皮膜中のTi、Al、Cr、Bの組成比はEPMAで測定した。また皮膜中の金属元素およびNを除くO等の不純物元素量はEPMAによる定量分析で酸素が1at%以下のレベルであった。

【0077】

【表 3】

実験No.	皮膜組成 (原子比)					摩耗幅 (μm)	酸化開始温度 ($^{\circ}\text{C}$)
	Ti	Al	Cr	B	N		
1	0.13	0.68	0.16	0.03	1	23	1050
2	0.11	0.7	0.16	0.03	1	25	1050
3	0.11	0.67	0.16	0.06	1	28	1030
4	0.15	0.645	0.2	0.005	1	33	950

【0078】

表3より、本発明で好ましいとするB量を有するNo. 1～3は、No. 4と比較して酸化開始温度が高くかつ、切削試験時の摩耗幅が小さく優れた耐摩耗性を有することから、本発明の規定を満たすようにB量を添加することによって、より耐摩耗性に優れた硬質皮膜が得られることが分かる。

【0079】

[実施例4]

組成がTi:12at%、Cr:15at%、Al:70at%、Si:3at%の合金ターゲットを用い、前記図1に示したAIP装置を使用し、超硬合金製スクエアエンドミル（直径10mm、4枚刃）、超硬合金製チップおよび白金箔（0.1mm厚み）を基材（被処理体）として膜厚約3 μ mの皮膜を形成した。即ち、表4または表5に示す範囲でバイアス電圧、基板温度、窒素ガス圧を変化させて、(Ti, Cr, Al, Si)N皮膜を形成した。成膜時のアーク電流は150Aとし、その他の成膜条件は前記実施例1と同様とした。

【0080】

成膜終了後、得られた皮膜の金属成分組成、結晶構造、結晶方位、岩塩構造型の(111)面の回折線の回折角度、ビッカース硬度および耐摩耗性を調べた。結晶構造、結晶方位、および岩塩構造型の(111)面の回折線の回折角度はCuのK α を用いた $\theta-2\theta$ 法のX線回折で測定した。耐摩耗性は、前記実施例2と同様にして切削試験を行い摩耗幅で評価した。得られた皮膜の金属成分組成はEPMAで測定した。尚、白金箔上に形成した皮膜の酸化開始温度はいずれも1100℃以上であった。

【0081】

【表 4】

実験 No.	ハイス電圧 (V)	基板温度 (℃)	窒素ガス圧 (Pa)	結晶構造	式(1) の値	$I(200)/I(111)$	$I(111)/I(220)$	$I(200)/I(220)$	回折角度* (°)	硬度	摩耗幅
1	50	550	2.66	B+H	0.53	—	—	—	—	2934	29.0
2	75	585	2.66	B+H	0.6	—	—	—	—	3127	21.1
3	100	577	2.66	B	1	0.42	1.24	0.52	37.07	3127	21.1
4	125	600	2.66	B	1	0.47	2.65	1.25	36.98	3210	18.5
5	150	594	2.66	B	1	1.83	2.01	3.68	37.06	3296	16.2
6	200	612	2.66	B+H	0.8	3.17	1.69	5.35	37.03	3127	21.1
7	250	624	2.66	B+H	0.7	3.73	1.72	6.40	37.01	3210	18.5
8	350	650	2.66	B+H	0.75	7.82	0.80	6.22	37.04	3210	18.5
9	450	660	2.66	皮膜薄い	皮膜薄い	—	—	—	—	皮膜薄い	皮膜薄い
10	150	580	0.3	B+H	0.45	3.25	5.77	18.75	36.92	2950	28.2
11	150	580	1.33	B	1	2.12	5.36	11.36	37.01	3296	16.2
12	150	580	3.99	B	1	1.44	2.38	3.43	37.06	3296	16.2
13	150	580	7.8	皮膜薄い	皮膜薄い	—	—	—	—	皮膜薄い	皮膜薄い
14	150	250	2.66	皮膜剥離	皮膜剥離	—	—	—	—	皮膜剥離	皮膜剥離
15	150	480	2.66	B	1	1.90	1.51	2.86	37.09	3210	18.5
16	150	520	2.66	B	1	0.85	3.02	2.56	37.06	3230	17.9
17	150	660	2.66	B+H	0.8	0.68	3.16	2.14	37.06	3250	17.4
18	150	850	2.66	B+H	0.4	0.64	3.45	2.21	37.02	2950	28.2

ターゲット: TiCrAlSi(Ti:Cr:Al:S=12:15:70:3)

※回折角度:(111)面の回折角度

【0082】

【表5】

実験 No.	パルス電圧 (V)	基板温度 (℃)	窒素ガス圧 (Pa)	皮膜組成 (原子比)			
				Ti	Cr	Al	Si
1	50	560	2.66	0.127	0.168	0.684	0.021
2	75	585	2.66	0.129	0.171	0.673	0.027
3	100	577	2.66	0.130	0.171	0.667	0.032
4	125	600	2.66	0.136	0.164	0.673	0.027
5	150	594	2.66	0.131	0.158	0.683	0.028
6	200	612	2.66	0.130	0.152	0.680	0.038
7	250	624	2.66	0.133	0.155	0.682	0.030
8	350	650	2.66	0.136	0.154	0.684	0.026
9	450	660	2.66	皮膜薄い			
10	150	580	0.3	0.125	0.155	0.691	0.029
11	150	580	1.33	0.129	0.159	0.684	0.028
12	150	580	3.99	0.139	0.176	0.658	0.027
13	150	580	7.8	皮膜薄い			
14	150	250	2.66	皮膜剥離			
15	150	480	2.66	0.130	0.169	0.673	0.028
16	150	520	2.66	0.134	0.159	0.681	0.026
17	150	660	2.66	0.133	0.165	0.672	0.030
18	150	850	2.66	0.135	0.174	0.662	0.029

【0083】

表4および表5より、本発明で好ましいとする基板電圧、反応ガス圧、基板温度に制御したNo. 1～8、11、12および15～17は、No. 9、10、13、14、18と比較して、摩耗幅が小さく優れた耐摩耗性を有することから、成膜条件を本発明の規定を満たすよう制御することによって、皮膜の結晶配向、回折線の角度を本発明で好ましい範囲内とすることができ、結果として耐摩耗性に優れた皮膜が得られることが分かる。

【0084】

【実施例5】

前記実施例1で得られた硬質皮膜を被覆したエンドミルのうち、No. 2, 4, 6, 9, 11, 13について、本発明に係る皮膜と、 $Ti_{0.5}Al_{0.5}N$ または $Ti(C_{0.5}N_{0.5})$ の皮膜とを、交互（被処理体—下層—上層—下層—上層…）に積層させたものを作成した。積層させた皮膜の種類および合計積層数は表3に示す通りである。尚、得られた積層皮膜の総膜厚はいずれも約 $3\mu m$ であった。この様にして得られた積層皮膜を用いて切削試験を行い、摩耗評価を行った。被削材としてSKD61焼き入れ鋼（HRC50）を用いた。切削条件は以下の通りである。摩耗評価は、上記各エンドミルを用いて被削材を30m切削後、刃先

を光学顕微鏡で観察して摩耗幅を測定した。その結果を表6に示す。

【0085】

切削条件

切削速度：200 m/min

送り速度：0.05 mm/刃

切り込み：5 mm

ピックフィード：1 mm

切削油：エアブローのみ

切削方向：ダウンカット

【0086】

【表6】

実験No.	積層構造(上層/下層)	積層数	摩耗幅(μm)
2	$\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.57}\text{Si}_{0.03}\text{N} / \text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	2	25
4	$\text{Ti}_{0.02}\text{Cr}_{0.1}\text{Al}_{0.85}\text{Si}_{0.03}\text{N} / \text{Ti}(\text{C}_{0.5}\text{N}_{0.5})$	2	32
6	$\text{Ti}_{0.1}\text{Cr}_{0.18}\text{Al}_{0.72}\text{N} / \text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	10	23
9	$\text{Ti}_{0.11}\text{Cr}_{0.15}\text{Al}_{0.71}\text{Si}_{0.03}\text{N} / \text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	2	16
11	$\text{Ti}_{0.13}\text{Cr}_{0.15}\text{Al}_{0.70}\text{Si}_{0.02}\text{N} / \text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	10	15
13	$\text{Ti}_{0.18}\text{Cr}_{0.08}\text{Al}_{0.71}\text{Si}_{0.03}\text{C}_{0.2}\text{N}_{0.8} / \text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	10	18

【0087】

表6より、切削工具用硬質皮膜を複数層とする場合であっても、No. 9, 11, 13の様に本発明の要件を満たす皮膜をコーティングしたものであれば、本発明の要件を満足しない皮膜をコーティングしたNo. 2, 4, 6のエンドミルよりも摩耗幅が小さく、耐摩耗性に優れたものとなっていることがわかる。

【0088】

【実施例6】

組成がTi:12at%、Cr:15at%、Al:70at%、Si:3at%の合金ターゲットを用い、前記図1に示したAIP装置を用い、皮膜の種類に応じてアーク電流を100~150A、窒素（または窒素とメタンの混合）ガス圧を0Pa（金属膜）~2.66Pa、基板に印加するバイアス電圧を30~150Vの範囲内で変化させ、基板温度を550℃にして、表7に示す種々の金属窒化物、炭化物、炭窒化物または金属膜の積層膜を超硬合金製スクエアエンド

ミル（直径 1 0 m m、4 枚刃）上に形成した。その他の成膜条件に関しては前記実施例 1 と同様である。積層の仕方は、超硬合金製エンドミル上に、表 7 における皮膜 1、次に表 7 における皮膜 2 の順に、表 7 に示す膜厚にて交互に積層した。表 7 に示す積層数は〔皮膜 1 + 皮膜 2〕を 1 単位とした時の繰り返し数を示す。成膜後の皮膜の耐摩耗性は前記実施例 2 と同様にして切削試験を行い評価した。これらの結果を表 7 に示す。尚、形成した T i A l C r S i N 皮膜中の金属元素の組成比は、T i : 1 3 a t %、A l : 6 8 a t %、C r : 1 6 a t %、S i : 3 a t %であった。また、積層した皮膜の総膜厚はいずれも約 3 μ mであった。

【 0 0 8 9 】

【表 7】

実験No.	皮膜 1	皮膜 1 膜厚 (μm)	皮膜 2	皮膜 2 膜厚 (μm)	積層数	摩耗幅 (μm)
1	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	0.5	TiAlCrSiN^*	2.5	1	20
2	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	0.05	TiAlCrSiN^*	0.05	30	21.6
3	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$	0.005	TiAlCrSiN^*	0.005	300	20.8
4	TiN	0.5	TiAlCrSiN^*	2.5	1	20.8
5	TiN	0.05	TiAlCrSiN^*	0.05	30	22.4
6	TiN	0.005	TiAlCrSiN^*	0.005	300	20.8
7	$\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}$	0.01	TiAlCrSiN^*	3	1	21.6
8	Ti	0.1	TiAlCrSiN^*	3	1	20
9	Cr	1	TiAlCrSiN^*	2	1	20.8
10	TiAlCrSiN^*	1.5	$\text{Ti}_{0.13}\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.15}\text{Si}_{0.02}\text{N}$	1.5	1	20
11	TiAlCrSiN^*	0.05	$\text{Ti}_{0.13}\text{Al}_{0.7}\text{Cr}_{0.15}\text{Si}_{0.02}\text{N}$	0.05	30	20.8
12	TiAlCrSiN^*	0.005	$\text{Ti}_{0.1}\text{Al}_{0.74}\text{Cr}_{0.14}\text{Si}_{0.02}\text{N}$	0.005	300	20

*TiAlCrSiN: ターゲット (Ti:Al:Cr:Si=12:70:15:3) を用いて形成

【0090】

表 7 の実験 No. 1 ~ 12 より、切削工具用硬質皮膜を複数層とする場合であっても、本発明の要件を満たす皮膜をコーティングしたものであれば、切削試験

の摩耗幅は $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下と優れた耐摩耗性を示すことが分かる。

【0091】

〔実施例7〕

ターゲットの相対密度や不純物含有量が成膜時の放電状態に及ぼす影響について調べた。

【0092】

それぞれ100メッシュ以下のTi粉末、Cr粉末、Al粉末およびSi粉末を所定量混合し、温度： 900°C かつ圧力： $8\times 10^7\text{ Pa}$ の条件でHIP処理を行って、表8に示す各成分組成のターゲットを作製した。上記ターゲットの成分組成はICP-MSにて測定した。また得られたターゲットの放電特性を調べるため、外径254mm、厚さ5mmに成形したターゲットをスパッタリング装置に装着し、反応性スパッタリング法により膜厚約 $3\text{ }\mu\text{m}$ の皮膜を被処理体である超硬合金製チップ上に成膜した。成膜は反応ガスとして N_2 ガスを用い、出力500Wで行った。

【0093】

得られた硬質皮膜の成分組成はXPSで測定し、耐摩耗性は下記の条件で切削試験を行って評価した。また成膜時の放電状態については、表面における放電状況を目視で観察したり、放電電圧のモニターを観察して行った。これらの結果を表8に示す。

【0094】

切削試験条件

被削材：SKD61 (HRC50)

エンドミル：超硬合金製 4枚刃

切削速度： 200 m/min

切り込み： 1 mm

送り速度： 0.05 mm/刃

切削長： 30 m

評価基準

○：すくい面摩耗深さが $20\text{ }\mu\text{m}$ 未満

×：すくい面摩耗深さが20 μ m以上

放電状態

- ・ 安定 ：放電電圧の瞬間的な上昇や放電の場所的な偏りが認められないもの
- ・ やや不安定 ：放電電圧の瞬間的な上昇や放電の場所的な偏りが多少認められるもの
- ・ 不安定 ：放電電圧の瞬間的な上昇や放電の場所的な偏りがかなり認められるもの
- ・ 放電中断 ：放電が停止するもの

【0095】

【表 8】

実験 No.	ターゲット組成(原子比)				相対密度 %	放電状態	皮膜組成 (原子比)				耐摩耗性
	Ti	Cr	Al	Si			Ti	Cr	Al	Si	
1	0.28	0.18	0.52	0.02	99.8	安定	0.30	0.18	0.50	0.02	○
2	0.10	0.15	0.72	0.03	99.5	安定	0.11	0.15	0.71	0.03	○
3	0.02	0.20	0.72	0.06	99.2	安定	0.04	0.20	0.70	0.06	○
4	0.11	0.15	0.72	0.02	99.2	安定	0.13	0.15	0.70	0.02	○
5	0.16	0.08	0.73	0.03	99.6	安定	0.18	0.08	0.71	0.03	○
6	0.16	0.08	0.73	0.03	99.7	安定	0.18	0.08	0.71	0.03	○
7	0.16	0.08	0.73	0.03	99	安定	0.18	0.08	0.71	0.03	○
8	0.10	0.15	0.72	0.03	94	不安定	0.10	0.2	0.65	0.05	×
9	0.11	0.15	0.72	0.02	92.3	不安定	0.19	0.25	0.55	0.01	×
10	0.16	0.08	0.73	0.03	90.2	放電中断	測定不可				測定不可

【0096】

表 8 より、No. 1～7 は、本発明で規定する相対密度を満足するものであることから放電状態は良好で、その結果、ターゲットと成分組成が同一で、良好な耐摩耗性を発揮する皮膜が得られていることが分かる。これに対し、No. 8～10 は、ターゲットの相対密度が本発明の要件を満足するものではないため、放電状態が不安定であったり継続不可能となり、その結果、得られる皮膜の成分組

成がターゲットの成分組成と大きくずれ、耐摩耗性の好ましくない皮膜が得られる結果となった。

【 0 0 9 7 】

〔実施例 8〕

100メッシュ以下のTi粉末、100メッシュ以下のCr粉末、240メッシュ以下のAl粉末、および100メッシュ以下のSi粉末を所定量混合し、温度：500～900℃、圧力： 8×10^7 Paの条件でHIP処理して表9に示す各成分組成のターゲットを作製した。得られたターゲットを削り出すか、あるいは銅製バックングプレートのろう付けを行って、底面に外径104 mm、厚さ2 mmの固定つばが設けられたターゲットを作製し、アーク放電方式イオンプレーティング装置に該ターゲットを装着して、膜厚約3 μ mの皮膜を被処理体である超硬合金製チップ上に成膜した。成膜は、反応ガスとしてN₂ガスまたはN₂/CH₄ガスを用い、被処理体の温度を500℃、アーク電流を100 A、かつ被処理体のバイアス電位を-150 Vにして行った。

【 0 0 9 8 】

ターゲットの成分組成は原子吸光分析法にて測定した。得られた皮膜の耐摩耗性は、実施例2と同様の切削試験方法で評価した。また、得られた皮膜の成分組成をXPSにより測定したところ、いずれの皮膜の成分組成もターゲットの成分組成の±2 at %の範囲内にありターゲットの成分組成とほぼ一致していた。ターゲット中の欠陥（空孔）の有無ならびに空孔サイズの測定は、超音波探傷法により行った。また成膜時の放電状態は、実施例7と同様の方法で評価した。これらの結果を表9に示す。

【 0 0 9 9 】

【表 9】

実験 No.	ターゲット組成 (原子比)				相対密度 %	欠陥・空孔の 有無・サイズ	バックিং プレート	放電状態	耐摩耗性
	Ti	Cr	Al	Si					
1	0.28	0.18	0.52	0.02	99.8	<0.3mm	無	安定	○
2	0.10	0.15	0.72	0.03	99.5	<0.3mm	無	安定	○
3	0.02	0.20	0.72	0.06	99.2	<0.3mm	無	安定	○
4	0.11	0.15	0.72	0.02	98.2	<0.3mm	無	安定	○
5	0.28	0.18	0.52	0.02	96.5	0.3mm以上の空孔あり	無	不安定	×
6	0.10	0.15	0.72	0.03	92.7	0.3mm以上の空孔あり	無	放電中断	—
7	0.02	0.20	0.72	0.06	97.0	0.3mm以上の空孔あり	無	やや不安定	○
8	0.11	0.15	0.72	0.02	94.1	表面から裏面まで 貫通している空洞あり	無	放電中断	—
9	0.16	0.08	0.73	0.03	92.3	<0.3mm	有	不安定	×
10	0.16	0.08	0.73	0.03	90.2	<0.3mm	有	放電中断	測定不可

【0100】

表9より、No. 1～4は、ターゲットの相対密度およびターゲット中に存在する空孔の大きさが本発明で規定する要件を満足していることから、成膜時の放電状態が安定で、良好な耐摩耗性を有する皮膜が得られていることが分かる。

【0101】

これに対しN o. 5および7は、ターゲット中に存在する空孔の大きさが本発明の規定を満足するものではなく、N o. 9および10は、ターゲットの相対密度が本発明の規定を満たさず、またN o. 6および8は、本発明で規定するターゲットの相対密度およびターゲット中に存在する空孔の大きさのどちらも満足していないため、成膜時に放電状態が不安定もしくは中断してしまい、成膜不可能となるか、皮膜が得られた場合であっても耐摩耗性に劣るものとなってしまった。

【0102】

[実施例9]

次にターゲット中の不純物（酸素、水素、塩素、銅およびマグネシウム）の含有量が成膜時の放電状態に与える影響について調べた。

【0103】

表10に示す各成分組成のターゲットを実施例7と同様の方法で作製した。得られたターゲットの相対密度はいずれも99%以上で、0.3mm以上の空孔や連続した欠陥はいずれにも存在しなかった。得られたターゲットを用い、実施例7と同様の条件で成膜を行った。ターゲット中の不純物の含有量は原子吸光分析法で測定した。また成膜時の放電状態は、実施例7と同様の方法で評価した。これらの結果を表10に示す。

【0104】

【表 10】

実験 No.	ターゲット組成 (質量%)									放電状態
	Ti	Cr	Al	Si	O	H	Cl	Cu	Mg	
1	35.763	24.957	37.41	1.50	0.28	0.02	0.03	0.03	0.01	安定
2	14.494	23.601	58.785	2.5496	0.31	0.03	0.17	0.04	0.02	やや不安定
3	2.9431	31.95	59.682	5.1771	0.07	0.01	0.14	0.01	0.02	安定
4	15.874	23.497	58.527	1.6923	0.22	0.05	0.08	0.03	0.03	安定
5	23.632	12.826	60.734	2.5981	0.1	0.03	0.04	0.03	0.01	安定
6	23.566	12.79	60.563	2.5908	0.26	0.02	0.15	0.05	0.01	安定
7	23.568	12.792	60.569	2.5911	0.28	0.04	0.12	0.02	0.02	安定
8	35.803	24.984	37.454	1.4995	0.14	0.04	0.03	0.04	0.01	安定
9	14.508	23.622	58.838	2.5519	0.23	0.01	0.19	0.03	0.02	安定
10	2.94	31.868	59.532	5.1641	0.33	0.02	0.13	0.01	0.01	やや不安定
11	15.82	23.417	58.327	1.6865	0.52	0.03	0.14	0.04	0.02	やや不安定
12	23.594	12.806	60.64	2.59	0.16	0.07	0.1	0.03	0.01	やや不安定
13	23.549	12.781	60.521	2.589	0.24	0.01	0.28	0.01	0.02	やや不安定
14	23.57	12.793	60.58	2.59	0.3	0.03	0.06	0.07	0.01	やや不安定
15	2.936	31.871	59.538	5.1646	0.28	0.02	0.13	0.02	0.04	やや不安定
16	15.904	23.542	58.638	1.6955	0.1	0.04	0.03	0.03	0.02	安定
17	23.568	12.792	60.569	2.5911	0.25	0.01	0.17	0.04	0.01	安定
18	23.454	12.73	60.28	2.58	0.66	0.03	0.18	0.03	0.06	やや不安定
19	23.521	12.766	60.448	2.5858	0.27	0.04	0.22	0.08	0.07	やや不安定

【0105】

表10より、No. 1, 3~9, 16および17は、酸素、水素、塩素、銅およびマグネシウムのすべての不純物の含有量が本発明の要件を満足するものであることから、放電状態が良好となっていることが分かる。これに対し、No. 2、10、11では酸素含有量、No. 12では水素含有量、No. 13では塩素含有量、No. 14では銅含有量、No. 15ではマグネシウム含有量、No. 18では酸素およびマグネシウムの含有量、No. 19では、塩素、銅およびマ

グネシウムの含有量が本発明で好ましいとする規定範囲を超えている。この結果より、成膜時の放電状態を良好にして効率よく本発明の切削工具用硬質皮膜を得るには、ターゲット中の不純物（酸素、水素、塩素、銅およびマグネシウム）の含有量を本発明の規定範囲内とすることが好ましいことが分かる。

【0106】

【発明の効果】

本発明は以上の様に構成されており、Ti、Al、Cr、SiおよびBの成分組成を本発明の如く制御することによって、従来の切削工具用硬質皮膜よりも耐磨耗性に優れた硬質皮膜を得ることができた。こうした硬質皮膜の実現によって、高速切削や焼き入れ鋼など高硬度鋼の切削に用いることのできる長寿命の切削工具を供給できることとなった。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施に使用するアークイオンプレーティング（AIP）装置の一例を示した概略図である。

【図2】

本発明の実施に供するアーク式蒸発源要部の一例を拡大した断面概略図である。

【図3】

本発明の実施に供する別のアーク式蒸発源要部を拡大した断面概略図である。

【図4】

従来の本発明の実施に供するアーク式蒸発源要部の一例を拡大した断面概略図である。

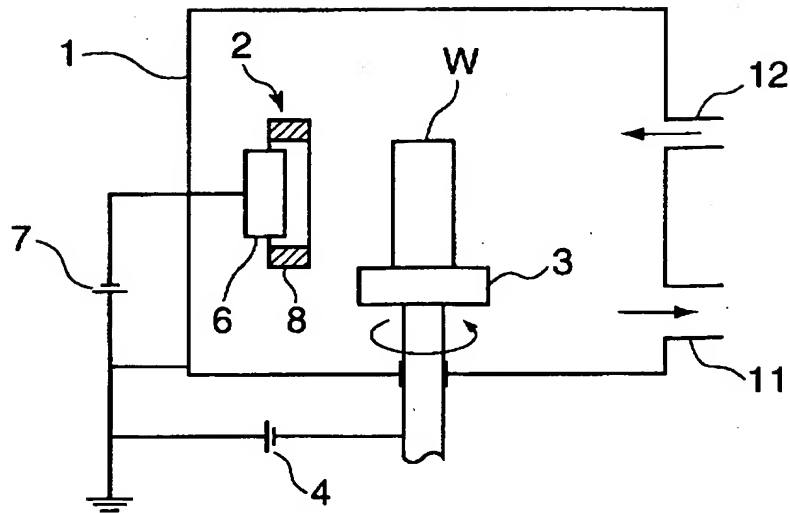
【符号の説明】

- 1 真空容器
- 2、2A アーク式蒸発源
- 3 支持台
- 4 バイアス電源
- 6 ターゲット

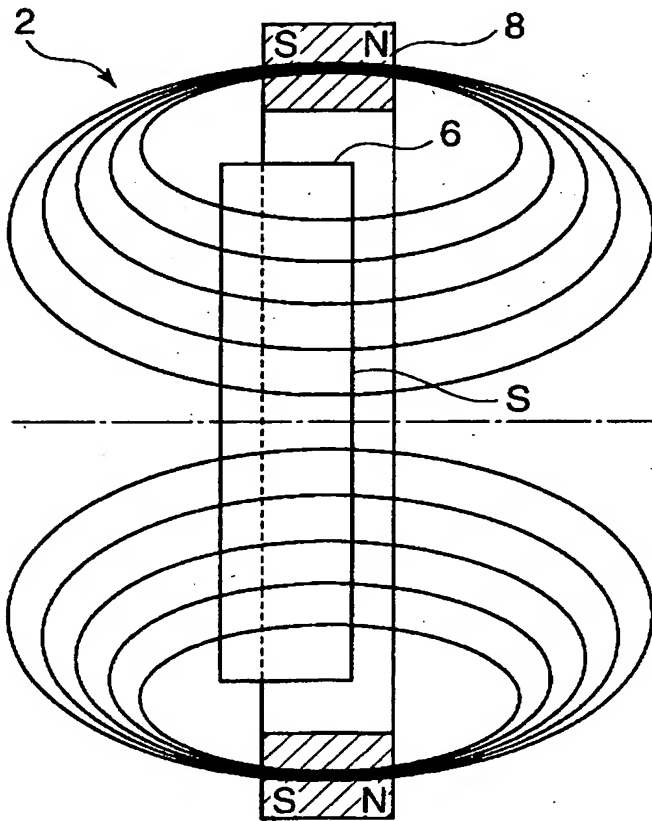
- 7 アーク電源
- 8 磁石（磁界形成手段）
- 9 電磁石（磁界形成手段）
- 1 1 排気口
- 1 2 ガス供給口
- W 被処理体
- S ターゲットの蒸発面

【書類名】 図面

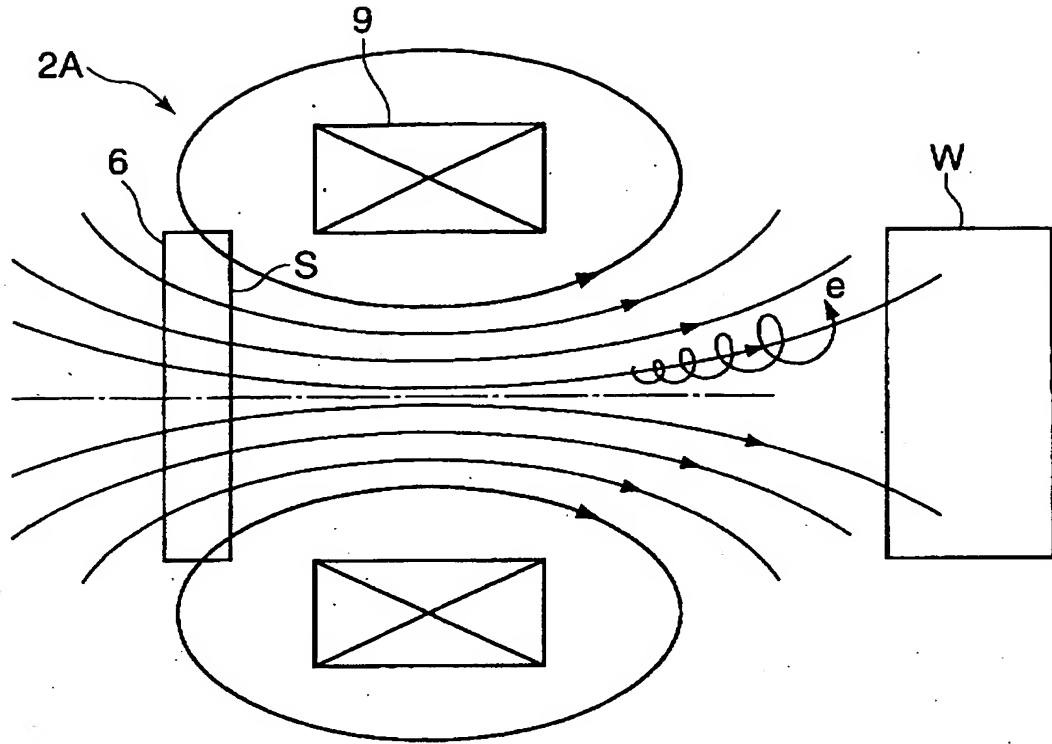
【図 1】



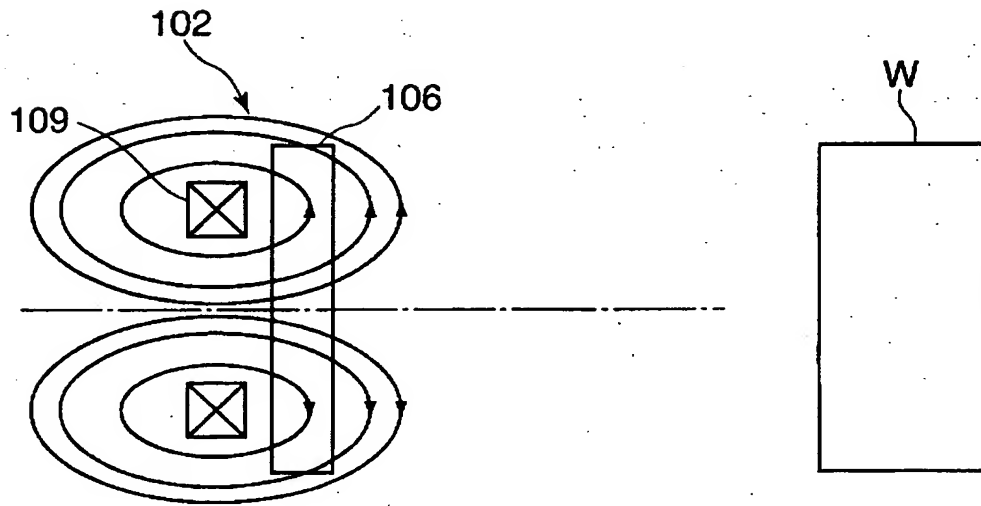
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 TiAlSiN 膜よりも耐摩耗特性に優れた切削工具用硬質皮膜を提供する。

【解決手段】 $(\text{Ti}_{1-a-b-c-d}, \text{Al}_a, \text{Cr}_b, \text{Si}_c, \text{B}_d)(\text{C}_{1-e}\text{N}_e)$ となる硬質皮膜であって、 Al , Cr , Si , B のそれぞれの原子比 a , b , c , d が、 $0.5 \leq a \leq 0.8$, $0.06 \leq b$, $0 \leq c \leq 0.1$, $0 \leq d \leq 0.1$ 、 $0.01 \leq c + d \leq 0.1$ および $a + b + c + d < 1$ を満たすようにし、かつ N の原子比 e が $0.5 \leq e \leq 1$ を満たすようにする。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000001199]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

氏 名 株式会社神戸製鋼所